

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5516623号
(P5516623)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl. F I
 HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 M
 HO2M 3/28 (2006.01) HO2M 3/28 E

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-59310 (P2012-59310)	(73) 特許権者	000005234
(22) 出願日	平成24年3月15日(2012.3.15)		富士電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2007-70479 (P2007-70479) の分割		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
原出願日	平成19年3月19日(2007.3.19)	(74) 代理人	100105854
(65) 公開番号	特開2012-110231 (P2012-110231A)		弁理士 廣瀬 一
(43) 公開日	平成24年6月7日(2012.6.7)	(74) 代理人	100103850
審査請求日	平成24年3月15日(2012.3.15)		弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	浅野 達見子
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		(72) 発明者	玉手 道雄
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		審査官	西山 智宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スイッチング動作を行う半導体スイッチング素子と、
 前記半導体スイッチング素子が表面側に実装されたプリント基板と、
 前記プリント基板の表面側に配置され、前記半導体スイッチング素子から発生する熱を放熱する導電体と、

前記プリント基板の表面側に形成され、前記半導体スイッチング素子のスイッチング動作にて電位が変動しない端子に接続された第1プリントパターンと、

前記プリント基板の裏面側に形成され、前記半導体スイッチング素子のスイッチング動作にて電位が変動する端子に接続された第2プリントパターンと、を備え、

前記第2プリントパターンと前記導電体とが重なり合う領域が覆われるように前記第1プリントパターンを配置することを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

前記第1プリントパターンと前記導電体とが重なり合う領域は、前記第2プリントパターンと前記導電体とが重なり合う領域よりも面積が大きいことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電力変換装置に関し、特に、電力変換装置に用いられる半導体デバイスの実装

方法に適用して好適なものである。

【背景技術】

【0002】

インバータなどの半導体電力変換装置からは伝導・放射ノイズが発生し、電子機器メーカーは、この伝導・放射ノイズの規格に準拠した製品を製造および販売する必要がある。

図7は、インバータを用いた半導体電力変換装置の一例を示す図である。

図7において、三相交流電源101は、整流器102および平滑コンデンサC4を介してインバータ103に接続され、インバータ103はモータ104に接続されている。そして、三相交流電源101の各相は、コモンモードノイズを低減するために、接地コンデンサC1～C3をそれぞれ介して接地されている。ここで、整流器102には、整流ダイオードD1～D6が設けられるとともに、インバータ103には、スイッチング素子M11～M16およびスイッチング素子M11～M16にそれぞれ逆並列接続された帰還ダイオードD11～D16が設けられている。

10

【0003】

なお、スイッチング素子M11～M16としては、例えば、IGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジスタ: Insulated Gate Bipolar Transistor)を用いることができる。

そして、三相交流電源101にて生成された交流電圧は整流器102および平滑コンデンサC4にて直流電圧に変換され、整流器102および平滑コンデンサC4にて生成された直流電圧はインバータ103にて交流電圧に変換されてモータ104に供給される。

20

【0004】

ここで、各スイッチング素子M11～M16と各帰還ダイオードD11～D16の組で基本回路(アーム)が構成され、インバータ103は、この基本回路を6個用いることで構成することができる。

そして、インバータモジュールは、冷却のためにヒートシンク105上に設置され、このヒートシンク105は、一般に安全のためにアース電位に接続される。

【0005】

なお、インバータモジュールは、IGBTのディスクリット構成とする方法の他、上下アーム2素子分を1組(2in1タイプ)とするか、あるいは6素子分を1組(6in1タイプ)として構成することができ、3相インバータでは、ディスクリット構成のIGBTを2直列・3並列接続する方法の他、2素子の組を3並列接続するか、6素子の組をそのまま用いることができる。

30

【0006】

図8は、ディスクリット構成のIGBTの外観構成を示す斜視図である。

図8において、IGBT111は封止樹脂にて封止され、IGBT111のゲート端子111a、正側出力端子に接続されるコレクタ端子111bおよび負側出力端子に接続されるエミッタ端子111cが封止樹脂から取り出されている。

【0007】

図9は、従来のIGBTの実装方法を示す斜視図、図10は、従来のIGBTの実装方法を示す断面図である。

40

図9および図10において、IGBT111にてインバータを構成する場合、IGBT111は、放熱のためにアース電位に接続されたヒートシンク123にねじ止めされる。例えば、三相インバータでは、上アーム用として3個、下アーム用として3個のIGBT111を1組として同一のヒートシンク123にねじ止めすることができる。

そして、ヒートシンク123にねじ止めされたIGBT111は、プリントパターン122が形成されたプリント基板121上に実装され、ゲート端子111a、コレクタ端子111bおよびエミッタ端子111cがプリントパターン122に接続される。

【0008】

ここで、IGBT111を構成する半導体チップを出力端子と接続できるようにするために、IGBT111のパッケージ内部では半導体チップは金属パターン上に実装される

50

。そして、IGBT111をヒートシンク123上に搭載すると、IGBT111のパッケージ内部の金属パターンとヒートシンク123とが対向するように配置されることから、IGBT111のコレクタとヒートシンク123との間に浮遊容量C122が形成される。

【0009】

また、ヒートシンク123にねじ止めされたIGBT111をプリント基板121上に実装すると、プリントパターン122とヒートシンク123とが対向するように配置されることから、プリントパターン122とヒートシンク123との間の静電結合によって浮遊容量C121が形成されるとともに、プリントパターン122が互いに近接して配置されると、プリントパターン122間にも浮遊容量が形成される。

10

【0010】

すなわち、簡単のためにIGBT111の周辺の静電結合に限定して考えると、直流中間コンデンサの正極と上アーム用のIGBT111のコレクタを接続するプリントパターン122をパターンA、上アーム用のIGBT111のエミッタと下アーム用のIGBT111のコレクタを接続するプリントパターン122をパターンB、下アーム用のIGBT111のエミッタと直流中間コンデンサの負極を接続するプリントパターン122をパターンCとすると、プリントパターンA、B、Cとヒートシンク123との間、プリントパターンA、B間、プリントパターンB、C間、プリントパターンA、C間の静電結合によって浮遊容量が形成される。

【0011】

20

図11は、図7の2素子構成のインバータを用いた場合における共通モード電流経路を示す図である。

図11において、インバータモジュールは、アース電位と同電位のヒートシンク105上に実装され、上アーム側コレクタとヒートシンク105との間および下アーム側コレクタとヒートシンク105との間に形成される浮遊容量C5、C6もアース電位に接続される。これらの浮遊容量C5、C6の充放電電流が共通モード電流となり、この共通モード電流は、浮遊容量C5、C6を通る共通モード電流経路RCを介して主に流れる。同様に、プリントパターン122とヒートシンク123との間の浮遊容量C121の充放電電流が共通モード電流となる。

【0012】

30

そして、伝導ノイズや放射ノイズの大きさは共通モード電流の大きさに依存し、共通モード電流の大きさは上下アーム接続点とアースとの間の浮遊容量に比例することから、上下アーム接続点とアースとの間の浮遊容量が大きくなるに従って、伝導ノイズや放射ノイズも大きくなる。

また、特許文献1には、電力変換回路から浮遊容量を介して流れる充放電電流によって発生する不要電磁波を、電力変換回路の半導体モジュール内の電流ループの面積を小さくすることで低く抑えられるようにするために、電力変換回路を構成する半導体モジュールに直流正側電位の出力電極、直流負側電位の出力電極および負荷と接続される出力電極のほかに、アース電位等と同電位となる出力電極を設けるとともに、これを、銅バーを介してアース電位と同電位の銅ベースへ接続する方法が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2004-7888号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、従来のIGBT111の実装方法では、プリントパターン122とヒートシンク123とが対向するように配置される。このため、プリントパターン122とヒートシンク123との間の浮遊容量C121が増大し、共通モード電流が増加すること

50

から、伝導ノイズや放射ノイズを増大させる要因となるという問題があった。

また、特許文献 1 に開示された方法では、コモンモード電流経路を小さくすることができるが、プリントパターン 1 2 2 とヒートシンク 1 2 3 との間の浮遊容量 C 1 2 1 については考慮されていないため、コモンモード電流の大きさを低減することができないという問題があった。

そこで、本発明の目的は、半導体スイッチング素子の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能な電力変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述した課題を解決するために、請求項 1 記載の電力変換装置によれば、スイッチング動作を行う半導体スイッチング素子と、前記半導体スイッチング素子が表面側に実装されたプリント基板と、前記プリント基板の表面側に配置され、前記半導体スイッチング素子から発生する熱を放熱する導電体と、前記プリント基板の表面側に形成され、前記半導体スイッチング素子のスイッチング動作にて電位が変動しない端子に接続された第 1 プリントパターンと、前記プリント基板の裏面側に形成され、前記半導体スイッチング素子のスイッチング動作にて電位が変動する端子に接続された第 2 プリントパターンと、を備え、前記第 2 プリントパターンと前記導電体とが重なり合う領域が覆われるように前記第 1 プリントパターンを配置することを特徴とする。

10

【0016】

これにより、プリントパターンと導電体とを重ねて配置した場合においても、プリントパターンと導電体との間に形成される浮遊容量を小さくすることが可能となる。このため、実装面積の増大を抑制しつつ、半導体スイッチング素子の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となり、伝導ノイズや放射ノイズを低減することができる。

20

【0017】

また、第 2 プリントパターンから導電体に到達する電気力線を第 1 プリントパターンにて遮蔽することができ、第 2 プリントパターンと導電体とを重ねて配置した場合においても、第 2 プリントパターンと導電体との間に形成される浮遊容量を小さくすることが可能となることから、実装面積の増大を抑制しつつ、半導体スイッチング素子の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となる。

30

【0018】

また、請求項 2 記載の電力変換装置によれば、前記第 1 プリントパターンと前記導電体とが重なり合う領域は、前記第 2 プリントパターンと前記導電体とが重なり合う領域よりも面積が大きいことを特徴とする。

これにより、第 2 プリントパターンから導電体に到達する電気力線を減らすことができ、第 2 プリントパターンと導電体との間に形成される浮遊容量を小さくすることが可能となることから、半導体スイッチング素子の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となる。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る電力変換装置によれば、プリントパターンと導電体との間に形成される浮遊容量を小さくすることが可能となり、半導体スイッチング素子の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となることから、伝導ノイズや放射ノイズを低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】本発明に関連する第 1 実施形態に係る電力変換装置の IGBT の実装方法を示す断面図である。

【図 2】本発明の第 2 実施形態に係る電力変換装置の IGBT の実装方法を示す断面図である。

50

【図3】本発明の第3実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

【図4】本発明の第4実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

【図5】本発明の第5実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

【図6】本発明の第6実施形態に係る電力変換装置の概略構成を回路的に示す図である。

【図7】インバータを用いた半導体電力変換装置の一例を示す図である。

【図8】ディスクリット構成のIGBTの外観構成を示す斜視図である。

【図9】従来のIGBTの実装方法を示す斜視図である。

10

【図10】従来のIGBTの実装方法を示す断面図である。

【図11】図7の2素子構成のインバータを用いた場合におけるコモンモード電流経路を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態に係る電力変換装置について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明に関連する第1実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

図1において、IGBT14は、放熱のためにアース電位に接続されたヒートシンク13にねじ止めされている。例えば、三相インバータでは、上アーム用として3個、下アーム用として3個のIGBT14を1組として同一のヒートシンク13にねじ止めすることができる。

20

【0024】

そして、ヒートシンク13にねじ止めされたIGBT14は、プリントパターン12が形成されたプリント基板11上に実装され、IGBT14のゲート端子、コレクタ端子およびエミッタ端子がプリントパターン12に接続される。

ここで、ヒートシンク13は、IGBT14のスイッチング動作にて電位が変動する端子に接続されたプリントパターン12と対向しない位置に配置することができる。例えば、IGBT14を用いて三相インバータを構成した場合、上下アーム接続点に接続されたプリントパターン12はヒートシンク13と対向しない位置に配置することができる。

30

【0025】

これにより、プリントパターン12とヒートシンク13とを離して配置することが可能となり、コンデンサの静電容量は電極面積および比誘電率に比例し、電極間距離に反比例することから、プリントパターン12とヒートシンク13との間に形成される浮遊容量C11を小さくすることが可能となる。このため、IGBT14の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となり、伝導ノイズや放射ノイズを低減することができる。

【0026】

図2は、本発明の第2実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

40

図2において、IGBT24は、放熱のためにアース電位に接続されたヒートシンク23にねじ止めされている。例えば、三相インバータでは、上アーム用として3個、下アーム用として3個のIGBT24を1組として同一のヒートシンク23にねじ止めすることができる。

【0027】

また、プリント基板21の表面には、プリントパターン22bが形成されるとともに、プリント基板21の裏面には、プリントパターン22bと対向するようにしてプリントパターン22aが形成されている。そして、ヒートシンク23にねじ止めされたIGBT24は、プリント基板21の表面側に実装され、IGBT24のスイッチング動作にて電位が変動しない端子はプリントパターン22bに接続されるとともに、IGBT24のスイ

50

ッチング動作にて電位が変動する端子はプリントパターン 2 2 a に接続されている。なお、IGBT 2 4 のスイッチング動作にて電位が変動する端子をプリントパターン 2 2 a に接続する方法としては、例えば、プリント基板 2 1 に形成されたスルーホールを介して行うことができる。

【0028】

例えば、IGBT 2 4 を用いて三相インバータを構成した場合、上下アーム接続点となる端子はプリントパターン 2 2 a に接続し、電力変換器の正極や負極に接続される端子はプリントパターン 2 2 b に接続することができる。ここで、プリントパターン 2 2 b はヒートシンク 2 3 との間で浮遊容量を形成した場合においても、IGBT 2 4 のスイッチング動作にて電位が変動しないことから、コモンモード電流が流れることはない。一方、
10

【0029】

これにより、プリントパターン 2 2 a とヒートシンク 2 3 とを重ねて配置した場合においても、プリントパターン 2 2 a とヒートシンク 2 3 との間に形成される浮遊容量 C 2 1 を小さくすることが可能となることから、実装面積の増大を抑制しつつ、IGBT 2 4 の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となり、伝導ノイズや放射ノイズを低減することができる。
20

【0030】

図 3 は、本発明の第 3 実施形態に係る電力変換装置の IGBT の実装方法を示す断面図である。

図 3 において、IGBT 3 4 は、放熱のためにアース電位に接続されたヒートシンク 3 3 にねじ止めされている。例えば、三相インバータでは、上アーム用として 3 個、下アーム用として 3 個の IGBT 3 4 を 1 組として同一のヒートシンク 3 3 にねじ止めすることができる。

また、プリント基板 3 1 の表面には、プリントパターン 3 2 b が形成されるとともに、プリント基板 3 1 の裏面には、プリントパターン 3 2 a が形成されている。ここで、プリントパターン 3 2 b は、プリントパターン 3 2 a とヒートシンク 3 3 とが重なり合う領域が覆われるようにプリント基板 3 1 の表面に配置するとともに、プリントパターン 3 2 b に流れる電流を確保するための必要最小限の面積に設定することができる。
30

【0031】

そして、ヒートシンク 3 3 にねじ止めされた IGBT 3 4 は、プリント基板 3 1 の表面側に実装され、IGBT 3 4 のスイッチング動作にて電位が変動しない端子はプリントパターン 3 2 b に接続されるとともに、IGBT 3 4 のスイッチング動作にて電位が変動する端子はプリントパターン 3 2 a に接続されている。

例えば、IGBT 3 4 を用いて三相インバータを構成した場合、上下アーム接続点に接続される端子はプリントパターン 3 2 a に接続し、電力変換器の正極や負極に接続される端子はプリントパターン 3 2 b に接続することができる。ここで、プリントパターン 3 2 b はヒートシンク 3 3 との間で浮遊容量を形成した場合においても、IGBT 3 4 のスイッチング動作にて電位が変動しないことから、コモンモード電流が流れることはない。一方、プリントパターン 3 2 a と対向するようにしてプリントパターン 3 2 b を形成することにより、プリントパターン 3 2 a、3 2 b 間の静電結合を強めることができ、プリントパターン 3 2 a からヒートシンク 3 3 に到達する電気力線をプリントパターン 2 2 b にて遮蔽することができる。
40

【0032】

これにより、プリントパターン 3 2 a とヒートシンク 3 3 とを重ねて配置した場合においても、プリントパターン 3 2 a とヒートシンク 3 3 との間に形成される浮遊容量 C 3 1 を小さくすることが可能となり、実装面積の増大を抑制しつつ、IGBT 3 4 の実装時の
50

レイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となる。

【0033】

図4は、本発明の第4実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

図4において、IGBT44は、放熱のためにアース電位に接続されたヒートシンク43にねじ止めされている。例えば、三相インバータでは、上アーム用として3個、下アーム用として3個のIGBT44を1組として同一のヒートシンク43にねじ止めすることができる。

【0034】

また、プリント基板41の表面には、プリントパターン42bが形成されるとともに、
10 プリント基板41の裏面には、プリントパターン42aが形成されている。ここで、プリントパターン42bは、プリントパターン42aとヒートシンク43とが重なり合う領域が覆われるようにプリント基板41の表面に配置するとともに、プリントパターン42bとヒートシンク43とが重なり合う領域は、プリントパターン42aとヒートシンク43とが重なり合う領域よりも面積が大きくなるように設定することができる。そして、ヒートシンク43にねじ止めされたIGBT44は、プリント基板41の表面側に実装され、IGBT44のスイッチング動作にて電位が変動しない端子はプリントパターン42bに接続されるとともに、IGBT44のスイッチング動作にて電位が変動する端子はプリントパターン42aに接続されている。

【0035】

例えば、IGBT44を用いて三相インバータを構成した場合、上下アーム接続点に接続される端子はプリントパターン42aに接続し、電力変換器の正極や負極に接続される端子はプリントパターン42bに接続することができる。ここで、プリントパターン42bはヒートシンク43との間で浮遊容量を形成した場合においても、IGBT44のスイッチング動作にて電位が変動しないことから、コモンモード電流が流れることはない。一方、プリントパターン42aと対向するようにしてプリントパターン42bを形成することにより、プリントパターン42a、42b間の静電結合を強めることができ、プリントパターン42aからヒートシンク43に到達する電束をプリントパターン42bにて遮蔽することができる。

【0036】

これにより、プリントパターン42aとヒートシンク43とを重ねて配置した場合においても、プリントパターン42aからヒートシンク43に到達する電気力線を減らすことができ、プリントパターン42aとヒートシンク43との間に形成される浮遊容量C41を小さくすることが可能となることから、実装面積の増大を抑制しつつ、IGBT44の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となる。

【0037】

図5は、本発明の第5実施形態に係る電力変換装置のIGBTの実装方法を示す断面図である。

図5において、2in1タイプのIGBT54は、放熱のためにアース電位に接続されたヒートシンク53にねじ止めされている。また、プリント基板51の表面にはプリント
40 パターン52が形成され、プリントパターン52はスルーホール57を介してプリント基板51の裏面に引き出されている。そして、IGBT54の出力端子に接続された電極56は、バスバー55を介してプリントパターン52に接続されている。

ここで、プリントパターン52は、IGBT54のスイッチング動作にて電位が変動する端子に接続することができ、例えば、IGBT54を用いて三相インバータを構成した場合、上下アーム接続点に接続することができる。

【0038】

また、プリントパターン52の面積が大きい場合、プリントパターン52はヒートシンク53と対向するように配置することができる。このような構成にするのは以下の理由からである。プリント基板はたかだか1~2mm程度の厚さであるに対し、一般的に基板に使
50

用されるFR4は比誘電率4～5程度ある。基板の裏面にパターンをひくことで、浮遊容量の電極間距離が約1～2mm長くなるが、基板比誘電率が大气(比誘電率1)より大きいために、静電容量が増加してしまう。したがって、別のプリントパターンによる遮蔽が困難な場合には、スイッチングにより激しく電位変動するパターンをヒートシンクに対向した位置に配置した方が、問題となる浮遊容量は小さく、漏れ電流は少なくなる。

【0039】

ここで、ヒートシンク53と対向するようにプリントパターン52を配置する場合、プリントパターン52に流れる電流を確保するための必要最小限の面積に設定する。

これにより、プリントパターン52とヒートシンク53とが対向して配置された場合においても、プリントパターン52の面積を極力小さくすることが可能となることから、プリントパターン52とヒートシンク53との間に形成される浮遊容量C51を小さくすることが可能となる。このため、IGBT54の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となり、伝導ノイズや放射ノイズを低減することができる。

【0040】

なお、上述した実施形態では、スイッチング素子としてIGBTを例にとって説明したが、パワーMOSFETやバイポーラトランジスタを用いるようにしてもよい。また、上述した実施形態では、ディスクリット構成のIGBTを用いて三相インバータを構成する方法を例にとって説明したが、本発明はインバータのアーム数や半導体の種類を問うことなく適用することができる。

【0041】

さらに、上述した実施形態では、ヒートシンクがアースされている場合を例にとって説明したが、ヒートシンクがアースされていない場合に適用してもよい。

また、上述した実施形態では、スイッチングアームの直列回路で構成したインバータを例にとって説明したが、スイッチング素子が一つだけからなる電力変換装置に適用してもよい。

【0042】

図6は、本発明の第6実施形態に係る電力変換装置の概略構成を回路的に示す図である。

図6において、フライバックコンバータでは、図11のスイッチング素子M11および帰還ダイオードD11の代わりに、トランス62の1次側が上アーム側に接続される。そして、トランス62の2次側には、ダイオードD61を介してコンデンサC61と抵抗R61との並列回路が接続されている。

【0043】

ここで、トランス62とスイッチング素子M14との接続点がプリントパターン61に接続されるものとする。スイッチング素子M14の放熱に使われるヒートシンクは、プリントパターン61と対向しない位置に配置することができる。あるいは、スイッチング素子M14のスイッチング動作にて電位が変動しないプリントパターンをプリント基板の表面に形成するとともに、スイッチング素子M14のスイッチング動作にて電位が変動するプリントパターンをプリント基板の裏面に形成し、スイッチング素子M14の放熱に使われるヒートシンクをプリント基板の表面に配置するようにしてもよい。

【0044】

これにより、スイッチング素子が一つだけからなる電力変換装置に適用した場合においても、プリントパターン61とヒートシンクとの間に形成される浮遊容量を小さくすることが可能となり、スイッチング素子M14の実装時のレイアウトに起因するコモンモード電流の増大を抑制することが可能となる。

【符号の説明】

【0045】

11、21、31、41、51...プリント基板

12、22a、22b、32a、32b、42a、42b、52...プリントパターン

10

20

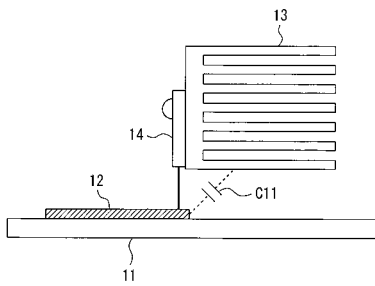
30

40

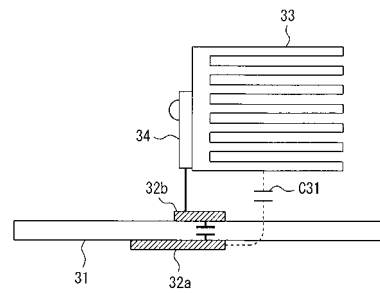
50

- 1 3、2 3、3 3、4 3、5 3 ... ヒートシンク
- 1 4、2 4、3 4、4 4、5 4 ... I G B T
- 5 5 ... バスバー
- 5 6 ... 電極
- 5 7 ... スルーホール
- C 1 1、C 2 1、C 3 1、C 4 1、C 5 1 ... 浮遊容量

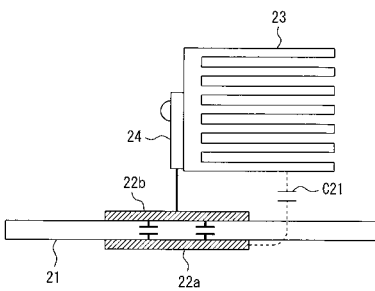
【 図 1 】



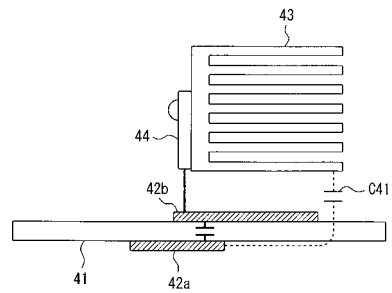
【 図 3 】



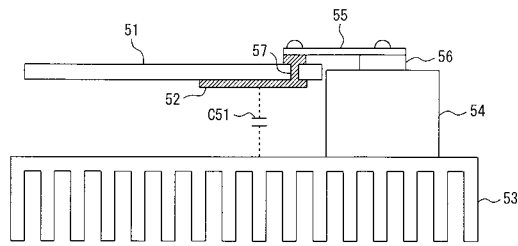
【 図 2 】



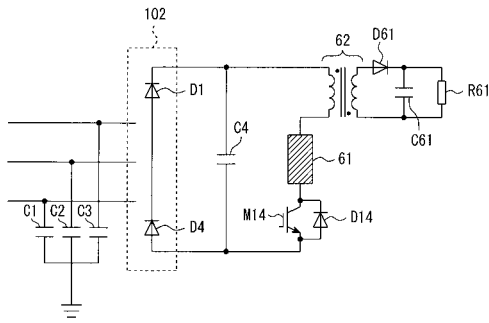
【 図 4 】



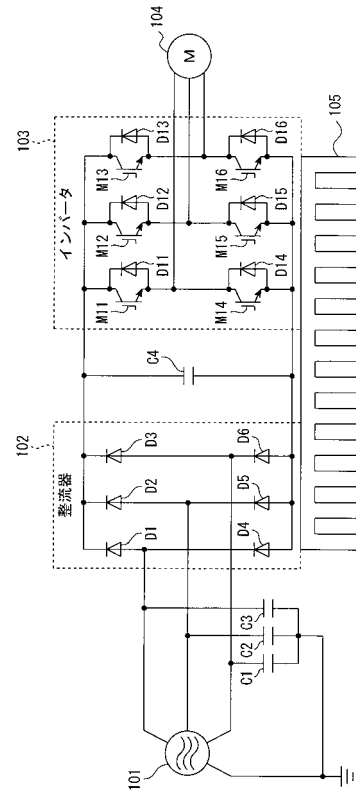
【図5】



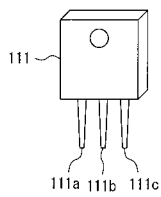
【図6】



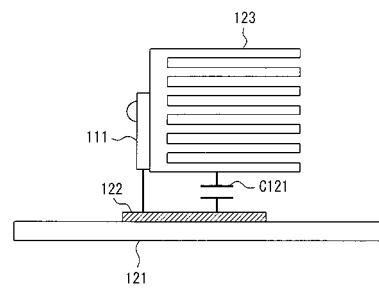
【図7】



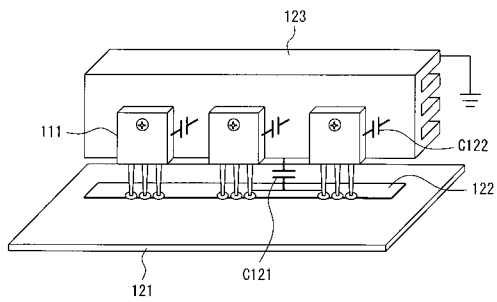
【図8】



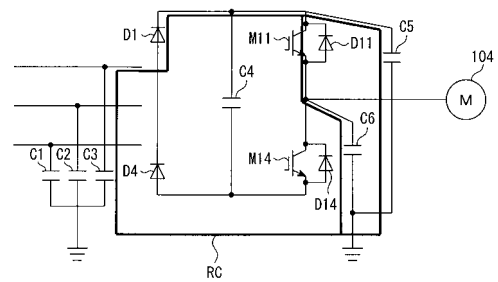
【図10】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005 - 310957 (JP, A)
実開平06 - 038300 (JP, U)
特開平11 - 251525 (JP, A)
特開2005 - 197554 (JP, A)
特開平05 - 328710 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M1/00 - 1/44

H02M3/00 - 3/44

H02M7/42 - 7/98